

Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 05296804
PUBLICATION DATE : 12-11-93

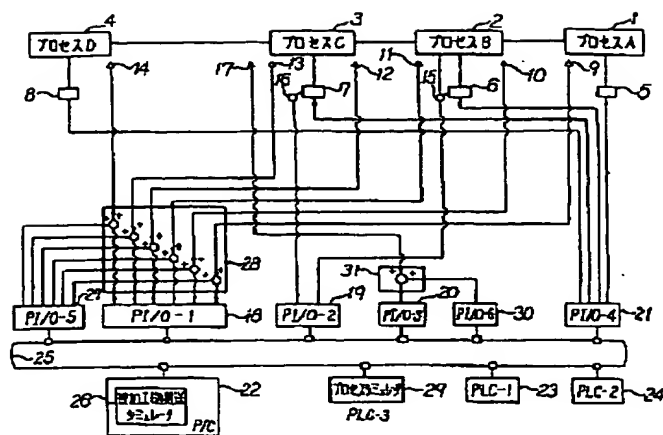
APPLICATION DATE : 21-04-92
APPLICATION NUMBER : 04101214

APPLICANT : TOSHIBA CORP;

INVENTOR : SEKIGUCHI KUNIO;

INT.CL. : G01D 21/00 G05B 19/05 // G05B 23/02

TITLE : PLANT CONTROL SYSTEM



ABSTRACT : PURPOSE: To obtain a plant control system wherein, in addition to a sequence control function, an automatic control function can be tested in advance and, thereby, a plant can be started at an early stage.

CONSTITUTION: A work conveyance simulator 26 simulates the following: the movement of a work in a plant to be controlled; and the detection signal of a position detector which detects the position of the work. A process simulator 29 simulates the following: the physical characteristic of the working operation of the work; and the detection signal, of a detector, which cannot be detected without the work. Thereby, the function or the performance of a system is tested in conjunction with the operation of a plurality of actuators which move the plant to be controlled. It is preferable that the operating signal of a required actuator is input to the work conveyance simulator 26 and the process simulator 29 and that the work conveyance simulator and the process simulator are operated. In addition, a function to simulate the external disturbance of a process as an object is added to the process simulator 29.

COPYRIGHT: (C)1993,JPO&Japio

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-296804

(43)公開日 平成5年(1993)11月12日

(51)Int.Cl. ⁵	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 1 D 21/00	Q	7809-2F		
G 0 5 B 19/05	D	7361-3H		
// G 0 5 B 23/02	G	7208-3H		

審査請求 未請求 請求項の数 3 (全 10 頁)

(21)出願番号 特願平4-101214

(22)出願日 平成4年(1992)4月21日

(71)出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72)発明者 関口 邦 男

東京都府中市東芝町1 株式会社東芝府中

工場内

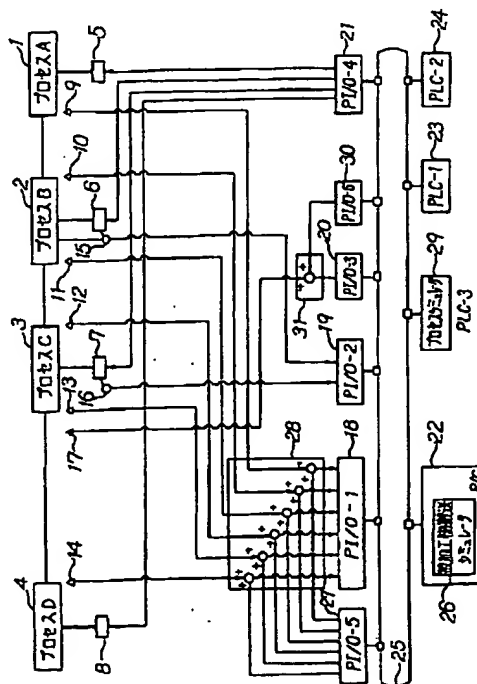
(74)代理人 井理士 佐藤 一雄 (外3名)

(54)【発明の名称】 プラント制御システム

(57)【要約】

【目的】 シーケンス制御機能に加えて、自動制御機能の試験を事前に行うことができ、これによって、プラントの早期立ち上げを可能にするプラント制御システムを得る。

【構成】 被加工物搬送シミュレータ26は制御対象プラントにおける被加工物の移動と、この被加工物の位置を検出する位置検出器の検出信号を模擬する。プロセスシミュレータ29は被加工物が加工される際の物理特性と被加工物がなければ検出できない検出器の検出信号を模擬する。これにより、制御対象プラントを動かす複数のアクチュエータの動作と合わせてシステムの機能又は性能試験を行うようにしたものである。好ましくは、被加工物搬送シミュレータ26及びプロセスシミュレータ29に対し、必要なアクチュエータの動作信号を入力して前記被加工物搬送シミュレータ及びプロセスシミュレータを動作させる。また、プロセスシミュレータ29に対し、対象プロセスの外乱を模擬する機能を付加する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】制御用計算機、プログラマブルコントローラ、データ伝送装置及び入出力装置等を含んでなり、加工・製造プラントを制御対象とするプラント制御システムにおいて、

制御対象プラントにおける被加工物の移動と、この被加工物の位置を検出する位置検出器の検出信号を模擬する被加工物搬送シミュレータと、

被加工物が加工される際の物理特性と被加工物がなければ検出できない検出器の検出信号を模擬するプロセスシミュレータと、

を備え、前記被加工物搬送シミュレータ及びプロセスシミュレータの出力信号に基いて、前記制御対象プラントを動かす複数のアクチュエータの動作と合わせてシステムの機能又は性能試験を行うようにしたことを特徴とするプラント制御システム。

【請求項2】前記被加工物搬送シミュレータ及びプロセスシミュレータに対し、必要なアクチュエータの動作信号を入力して前記被加工物搬送シミュレータ及びプロセスシミュレータを動作させることを特徴とする請求項1に記載のプラント制御システム。

【請求項3】前記プロセスシミュレータに対し、対象プロセスの外乱の模擬をさせることを特徴とする請求項1又は2に記載のプラント制御システム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、加工・製造プラントを制御するプラント制御システムに関する。

【0002】

【従来の技術】近年、加工・製造プラントは生産性の向上を目的としてプロセスの連続化や、多品種、少量生産化等への移行が行われている。また、これにより、付加価値の高い製品が製造されるようになってきている。このため、大規模な加工・製造プラントを制御する制御システムは、取扱う情報量が増加すると共に、機能も複雑多岐にわたる。また、これを実現する制御装置のハードウェア、ソフトウェアの量も膨大なものとなっている。

【0003】図3は複数のプロセスに対応する従来のプラント制御システムの概略構成図である。同図において、加工・製造プロセスとしてプロセス1、2、3、4があり、被加工物はプロセス1から抽出され、順にプロセス2、3、4と搬送されて加工される。プロセス1、2、3、4はアクチュエータ5、6、7、8によって操作される。これらのアクチュエータは電動機出力、油圧、空気圧等を操作源として、回転数、圧力、位置、流量、開度等を所定の値に保持するための制御装置によって制御される。

【0004】また、プロセス1、2、3、4の出側及び入側の必要な箇所に被加工物の位置を検出する位置検出器9～14が設けられる。これらの位置検出器は、例え

ば、機械的なリミットスイッチや、光、レーザ、放射線等の送受信器をプロセスのライン上に設置し、これらが被加工物によって遮断されたことによって被加工物の位置を検出するものである。従って、これらの検出器の出力は「1」又は「0」である。さらに、アクチュエータ6、7にはそれぞれ被加工物の位置を連続的に追跡するための検出器15、16が結合されている。これらの検出器は、例えば、搬送用テーブルローラを駆動する電動機に直結されたパルス発信器である。そして、その発生パルス数をカウントすることにより被加工物の位置を知ることができる。

【0005】また、プロセス3の出側には、主に、被加工物の品質の監視あるいは制御をするための検出器17が設けられ、これにより、例えば、被加工物の形状、寸法、温度が検出される。そして、プロセス4、3、2、1に対応してプロセス入出力装置18、19、20、21が設けられる。このうち、プロセス入出力装置18には位置検出器9～14の出力信号が入力される。プロセス入出力装置19には位置検出器15、16の出力信号が入力される。プロセス入出力装置20には検出器17の出力信号が入力される。プロセス入出力装置21からはアクチュエータ5～8に対する指令が出力される。これらの入出力装置18～21の入出力信号はデータ伝送装置25を介して制御用計算機22、プログラマブルコントローラ23及び24に入出力される。

【0006】ここで、制御用計算機22は生産計画及び製品目標値に従って各プロセスのアクチュエータ5～8の指令値を決定してプロセス入出力装置18に送り込むものである。プログラマブルコントローラ23は予め定められた制御タイミングにおいて制御用計算機22から送られた指令値をそのままか、あるいは、指令値に対して何等かの演算処理を施した値を、データ伝送装置25、入出力装置21を介して、アクチュエータ5～8に与えるものである。これにより、各アクチュエータが動作して被加工物はプロセス1からプロセス4へ抽出、搬送されて加工される。

【0007】上述した制御タイミングはオペレータからの指令、機械の動作結果の他、位置検出器9～14の出力信号や位置検出器15、16のパルスカウント値などにより決定される。また、各アクチュエータの停止指令も同様に予め定められた制御タイミングで出力される。

【0008】また、上述したシーケンス制御はプラント制御システムの重要な機能の一つである。また、他の重要な機能として自動制御機能がある。これは主に被加工物の品質、例えば、寸法形状、温度等を目標値に制御する機能であり、通常は制御量を検出器で検出し、その検出値と目標値との偏差に応じてアクチュエータの操作量を決定するフィードバック制御や、制御量に対する外乱を検出又は予測し、外乱による制御量の変動を低減するようにアクチュエータを操作するフィードフォワード制

御等が行われる。

【0009】図3中の検出器17は被加工物の寸法、形状あるいは温度等を検出するもので、その検出信号は入出力装置20及び伝送装置25を介してプログラマブルコントローラ24に送り込まれる。このプログラマブルコントローラ24は自動制御機能を実行するコントローラであり、目標値との偏差に応じて操作量を演算し、これをプログラマブルコントローラ23に伝送する。プログラマブルコントローラ23は制御用計算機22から伝送されたアクチュエータ7の指令値に、プログラマブルコントローラ24から伝送された操作量を加算し新たな指令値としてアクチュエータ7へ伝送する。これによりプロセス3の機械装置が動作し制御量は目標値に制御される。

【0010】図4は上記の自動制御機能を実現する装置の具体的な構成例で、鋼板等を圧延する熱間圧延機の制御システムの一部を示す。同図において、被加工物としての鋼板50は圧延スタンド51、52の順に圧延される。これら圧延スタンド51、52は電動機53、55で駆動されるようになっており、これらの電動機53、55は速度制御装置54、56によって所定の速度に制御される。また、圧延スタンド51、52の上下ロール間の開度を制御するアクチュエータとして圧下制御装置57、58が設けられている。さらに、圧延スタンド51、52間にルーバ59が設置され、このルーバ59を駆動する電動機60が速度制御装置61によって制御される。

【0011】ところで、圧延スタンド51、52及びルーバ60が図3中の例えばプロセス3に対応し、速度制御装置54、56、61及び圧下制御装置57、58が図3中のアクチュエータ7に対応している。また、図4における $V_{(1-1)ref}$ 、 V_{ref} はそれぞれ速度制御装置54、56に対する速度指令値であり、 $S_{(1-1)ref}$ 、 S_{ref} はそれぞれ圧下制御装置57、58に対する開度指令値である。これらは、いずれも、図3中の制御用計算機22で決定され、プログラマブルコントローラ23によって各アクチュエータに設定される。

【0012】図4においては角度検出器62によってルーバの角度 θ を検出している。ルーバ高さ制御装置63が検出角度 θ と角度目標値 θ_{ref} との偏差を零にするルーバ駆動電動機の回転操作量を速度制御装置61に与えるようになっている。また、張力検出器64による鋼板50の検出張力と張力目標値 t_{ref} との偏差を零にする圧延スタンド51の速度修正量が張力制御装置65で演算された後、加算器66において速度指令値 $V_{(1-1)ref}$ に加算されて新たな速度指令値として速度制御装置54に加えられるようになっている。さらにまた、圧延スタンド52の出側の板厚が板厚検出器67で検出される。板厚制御装置68はこの検出板厚と出側板厚目標値との偏差を零にするための圧延スタンド51、52のロール開度操作量を演算する。加算器69及び70がそれぞれスタンドの開度指令値 $S_{(1-1)ref}$ 、 S_{ref} と加算して圧下制御装置57、58に送

り込むようになっている。

【0013】ところで、図3に示したようなシーケンス制御機能及び自動制御機能を備えたプラント制御システムの各機能を、製品を製造する前に十分に試験し確認しておくことがプラントを早期に立ち上げるために必要である。かかる機能の試験及び確認のために、図5に示すように、プロセス1～4に被加工物が搬送される状態を模擬する被加工物搬送シミュレータ26を制御用計算機22に内蔵せしめ、この被加工物搬送シミュレータ26によって位置検出器9～14の模擬信号を作成し、入出力装置27及び信号処理装置28を用いてシーケンス制御機能を試験していた。

【0014】すなわち、被加工物がなくて位置検出器9～14の全てが動作不可能なものである場合、被加工物搬送シミュレータ26は被加工物搬送用のアクチュエータに取付けられた速度検出器、例えば、パルス発信器15、16の信号を用いて被加工物の位置を計算し、位置検出器9～14の設置位置に被加工物が到達するタイミングで恰も各位置検出器が動作したかのように検出信号を発生して伝送装置25、入出力装置27を介して信号処理装置28に送り込む。信号処理装置28は各位置検出器毎に実際の位置検出器の出力と被加工物搬送シミュレータ26の出力との論理和を演算し、入出力装置18に加える。これにより、被加工物が恰も搬送されているように、他の制御装置が認識でき、被加工物の搬送に従ってシーケンス制御機能の動作、確認をすることができる。

【0015】

【発明が解決しようとする課題】上述した従来のプラント制御システムにあつては、シーケンス制御機能の試験はできても、自動制御機能の試験はできなかった。すなわち、図4の圧延プロセスを例にすれば、被加工物としての鋼板50が無い状態では張力検出器64及び板厚検出器67は何も検出できないし、鋼板50が無い場合閉ループ系を構成出来ず、このため、張力制御装置65と板厚制御装置68の自動制御機能の試験、確認ができなかった。この発明は上記の問題点を解決するためになされたもので、シーケンス制御機能に加えて、自動制御機能の試験を事前に行うことができ、これによって、プラントの早期立ち上げを可能にするプラント制御システムを得ることを目的とする。

【0016】

【課題を解決するための手段】本発明は、制御用計算機、プログラマブルコントローラ、データ伝送装置及び入出力装置等で構成されるプラント制御システムにおいて、制御対象プラントにおける被加工物の移動と、この被加工物の位置を検出する位置検出器の検出信号を模擬する被加工物搬送シミュレータと、前記被加工物が加工される際の物理特性と被加工物がなければ検出できない検出器の検出信号を模擬するプロセスシミュレータと、を備え、前記被加工物搬送シミュレータ及びプロセスシ

5

ミュレータの出力信号に基いて、前記制御対象プラントを動かす複数のアクチュエータの動作と合わせてシステムの機能又は性能試験を行うようにしたものである。ここで、被加工物搬送シミュレータ及びプロセスシミュレータに対し、必要なアクチュエータの動作信号を入力して前記被加工物搬送シミュレータ及びプロセスシミュレータを動作させるとよい。また、前記プロセスシミュレータに対し、対象プロセスの外乱の模擬を模擬する機能を付加するとよい。

【0017】

【作用】この発明においては、被加工物搬送シミュレータの他に、被加工物が加工される際の物理特性と被加工物がなければ検出できない検出器の検出信号を模擬するプロセスシミュレータを備えているので、シーケンス制御機能に加えて、自動制御機能の試験をも事前に行うことができ、これによって、プラントの早期立ち上げが可能となる。また、プロセスシミュレータにアクチュエータの動作信号を入力することにより実際の運転に近いシミュレーションが可能となる。さらに、プロセスシミュレータに対象プロセスの外乱を模擬する機能を付加することにより、プロセスの外乱に対する自動制御機能も試験することができる。

【0018】

【実施例】以下、本発明を図面に示す実施例によって詳細に説明する。図1はこの発明の一実施例の概略構成図であり、図3と同一の符号を付したもののそれぞれ同一の要素を示している。そして、プロセスシミュレータ29、入出力装置30及び演算器31を新たに設けた点が図3と構成を異にしている。

【0019】このうち、プロセスシミュレータ29は伝送装置25に接続され、被加工物が加工される際の物理特性*

$$h_1 = S_1 + \frac{P_1}{M_1} \quad \dots (1)$$

$$P_1 = P(H_1, h_1, k_1, T_1, V_1, w) \quad \dots (2)$$

ただし

h_1 : 1スタンドの出側板厚 [mm]

S_1 : ロール開度 [mm]

P_1 : 圧延荷重 [ton]

M_1 : ミル定数 [ton/mm]

H_1 : 入側板厚 [mm]

k_1 : 変形抵抗 [kg/mm²]

T_1 : 鋼板温度 [°C]

*と被加工物がなければ検出できない検出器の検出信号を模擬するもので、プログラマブルコントローラでなっている。このプロセスシミュレータ29は、特に、外乱発生機能を備えている。入出力装置30もまた伝送装置25に接続され、プロセスシミュレータ29での演算結果を演算器31に与えるものである。演算器31はプロセスシミュレータ29での演算結果を検出器17の出力信号に加算して入出力装置20に与えるものである。

【0020】この図1において、制御用計算機は各種の指令値や係数を演算する。プロセスシミュレータ29は、これらの指令値や係数、アクチュエータの回転数や位置等の検出信号を用いて、被加工物が加工される際の物理特性と被加工物がなければ検出できない検出器の検出信号を模擬して出力する。その模擬信号は、伝送装置25及び入出力装置30を介して、演算器31に加えられる。演算器31はこの模擬信号と検出器17の出力信号との代数和を演算して入出力装置20に加える。プログラマブルコントローラ24はこの信号を検出器17の出力信号として取扱い、自動制御機能を動作させる。特に、プロセスシミュレータ29は外乱発生機能を有し、このために、各種プロセスの外乱に対する自動制御機能をも試験することができる。

【0021】図2は前述の圧延プロセスに対応するプロセスシミュレータ29の構成を示すブロック図である。以下、一般的な圧延理論と併せて、このプロセスシミュレータ29の詳しい構成及び動作について説明する。

【0022】1スタンドの出側板厚 h_1 と圧延荷重 P_1 との間には次式の関係がある。

【0023】

【数1】

V_1 : ロール周速度 [m/sec]

w : 板幅 [mm]

である。

【0024】いま、(1)、(2)式を基準状態からの変化量40の形で表すと次式のようなになる。

【0025】

【数2】

$$\begin{aligned}
 h_i &= h_{0i} + \Delta h_i \\
 &= h_{0i} + \Delta S_i + \frac{\Delta P_i}{M_i} \quad \dots (3)
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P_i &= P_{0i} + \Delta P_i \\
 &= P_{0i} + \left(\frac{\partial P}{\partial H}\right)_i \cdot \Delta H_i + \left(\frac{\partial P}{\partial h}\right)_i \cdot \Delta h_i + \left(\frac{\partial P}{\partial k}\right)_i \cdot \Delta k_i \\
 &\quad + \left(\frac{\partial P}{\partial T}\right)_i \cdot \Delta T_i + \left(\frac{\partial P}{\partial V}\right)_i \cdot \Delta V_i + \left(\frac{\partial P}{\partial w}\right)_i \cdot \Delta w_i \quad \dots (4)
 \end{aligned}$$

ただし、

*【数3】

【0026】

*

Δ : 変化量、

$(\partial P / \partial x)$: 圧延荷重に対する変数 x の影響係数

である。

※ w も同様の理由で無視すると、(3)、(4)式から出側板厚

【0027】(4)式において Δk_i を鋼板の成分の変化 変化量 Δh_i は次式によって表される。

による変形抵抗の変化量とすると、プロセスシミュレー 20 【0028】

タとしては無視しても問題はない。また、板幅変化量 Δ ※ 【数4】

$$\begin{aligned}
 \Delta h_i &= \frac{M_i}{M_i + Q_i} \left[\Delta S_i + \frac{1}{M_i} \left\{ \left(\frac{\partial P}{\partial H}\right)_i \cdot \Delta H_i + \left(\frac{\partial P}{\partial T}\right)_i \cdot \Delta T_i \right. \right. \\
 &\quad \left. \left. + \left(\frac{\partial P}{\partial V}\right)_i \cdot \Delta V_i \right\} \right] \quad \dots (5)
 \end{aligned}$$

ここで

★である。

【0029】

【0030】一方、スタンド間張力はルーバ59の角度が

【数5】

一定であるとする次式で表すことができる。

$$Q_i = - \left(\frac{\partial P}{\partial h}\right)_i$$

30 【0031】

【数6】

★

$$t_{f(i-1)} = \frac{E}{L} \cdot \int (V_{Ei} - V_{0(i-1)}) dt \quad \dots (6)$$

$$V_{Ei} = V_i \cdot (1 - b_i) \quad \dots (7)$$

$$V_{0(i-1)} = V_{i-1} \cdot (1 + f_{i-1}) \quad \dots (8)$$

ただし

40 【0032】 i スタンドの後方張力が $i-1$ スタンドの

$t_{f(i-1)}$: $i-1$ スタンド前方張力 [kg/mm²]

前方張力に等しいと仮定すると、(7)、(8)式の先進率 b

E : 鋼板のヤング率 [kg/mm²]

i 、先進率 f_{i-1} は $i-1$ スタンドの前方張力 $t_{f(i-1)}$

L : ルーバ角度 θ_{12} におけるスタンド間鋼板長 [m]

の関数であって閉ループ系を構成し、板速度から前方張

V_{Ei} : i スタンド入側板速度 [m/sec]

力までの伝達関数は一次遅れ系で表される。従って、後

$V_{0(i-1)}$: $i-1$ スタンド出側板速度 [m/sec]

進率と先進率の変化をそのスタンドの入出力側板厚変化

b_i : i スタンド後進率 [-]

のみを考慮して (6) 式を基準状態からの変化量として表

V_{i-1} : $i-1$ スタンドのロール周速 [m/sec]

すと次式のようになる。

f_{i-1} : $i-1$ スタンド先進率 [-]

【0033】

【数7】

である。

50

$$\begin{aligned}
 t_{f(i-1)} &= t_{f0(i-1)} + \Delta t_{f(i-1)} \\
 &= t_{f0(i-1)} + \frac{K_{f(i-1)}}{1 + T_{f(i-1)} \cdot p} \cdot \Delta v \quad \dots (9)
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \Delta v &= \Delta V_i \cdot (1 - b_i) - V_i \cdot \Delta b_i - \Delta V_{i-1} \cdot (1 + f_{i-1}) \\
 &\quad - V_{i-1} \cdot \Delta f_{i-1} \quad \dots (10)
 \end{aligned}$$

$$\Delta b_i = \left(\frac{\partial b}{\partial H} \right)_i \cdot \Delta H_i + \left(\frac{\partial b}{\partial h} \right)_i \cdot \Delta h_i \quad \dots (11)$$

$$\Delta f_{i-1} = \left(\frac{\partial f}{\partial H} \right)_{i-1} \cdot \Delta H_{i-1} + \left(\frac{\partial f}{\partial h} \right)_{i-1} \cdot \Delta h_{i-1} \quad \dots (12)$$

ただし

$t_{f0(i-1)}$: 基準状態における $i-1$ スタンド前方張力
[kg/mm²]

$K_{f(i-1)}$: 張力/ロール周速度伝達関数のゲイン [kg
・mm⁻²/m・sec⁻¹]

* $T_{f(i-1)}$: 張力/ロール周速度伝達関数の時定数 [sec]

p : ラプラス演算子

[0034]

* [数8]

$(\partial b / \partial x)$: 後進率に対する変数 x の影響係数

$(\partial f / \partial x)$: 先進率に対する変数 x の影響係数

Δ : 変化量

である。

【0035】上記のプロセスモデル式を用いて実現したプロセスシミュレータを図2に示す。図2中の破線70の内部要素がプロセスシミュレータを構成している。

【0036】同図中、演算部71及び演算部78は、それぞれ(5)式を用いて $i-1$ スタンド及び i スタンドの出側板厚偏差を演算するものである。(5)式において入力変数はロール開度変化量 ΔS 、入側板厚変化量 ΔH 、鋼板温度変化量 ΔT 、ロール周速変化量 ΔV であり、このうち、ロール開度変化量 ΔS とロール周速変化量 ΔV はプロセスの実績値を用いる。

【0037】即ち、演算部71は $i-1$ スタンドのロール開度 S_{i-1} 、ロール周速度 V_{i-1} を入力し、これらと各指令値との差 ΔS_{i-1} 、 ΔV_{i-1} を演算して変化量とし、これらの変化量と外乱発生部72、73から発生する入側板厚変化量 ΔH_{i-1} 、鋼板温度変化量 ΔT_{i-1} とに基いて出側板厚偏差 Δh_{i-1} を演算する。また、演算部78は i スタンドのロール開度 S_i 、ロール周速度 V_i を入力し、これらと各指令値との差 ΔS_{i-1} 、 ΔV_{i-1} を演算して変化量とし、これらの変化量と外乱としての入側板厚変化量 ΔH_i 、鋼板温度変化量 ΔT_i とに基いて出側板厚偏差 Δh_i を演算する。

【0038】ここで、演算部76は $i-1$ スタンドの出側

板速度 V_{i-1} に先進係数 $1 + f_{i-1}$ を掛け算して遅延部74に加える。また、外乱発生部73の鋼板温度変化量 ΔT_{i-1} も遅延部74に加えられる。遅延部74は $i-1$ スタンドから i スタンドまでのスタンド間の鋼板の搬送を模擬するもので、外乱発生部73の鋼板温度変化量 ΔT_{i-1} を材料の搬送時間 $T_{d(i-1)}$ だけ遅延させて出力する。この遅延部74の出力は、さらに、係数部77により係数 α_{T_i} が掛け算されて鋼板温度変化量 ΔT_i として演算部78に入力される。一方、演算部71で演算された出側板厚偏差 Δh_{i-1} と、演算部76で求められた板速度とが遅延部74に入力される。この遅延部74は出側板厚偏差 Δh_{i-1} を材料の搬送時間 $T_{d(i-1)}$ だけ遅延させ、入側板厚変化量 ΔH_i として演算部78に入力する。

【0039】また、演算部80において i スタンドのロール速度 V_i に i スタンドの先進係数 $1 + f_i$ を掛け算して遅延部79に加える。この遅延部79は i スタンドから板厚検出器までの搬送を模擬するもので、 i スタンドの出側板厚偏差 Δh_i を材料の搬送時間 T_{d_i} だけ遅延して出力する。そして、この遅延部79の出力 Δh_{i+1} は板厚検出器67(図4)の出力としてプラント制御システムに加えられる。

【0040】演算部81は、 $i-1$ スタンドの入側板厚変化量 ΔH_{i-1} 、ロール周速度変化量 ΔV_{i-1} 、出側板厚

変化量 Δh_{i-1} 、 i スタンドの入側板厚変化量 ΔH_i 、ロール周速度変化量 ΔV_i 、出側板厚変化量 Δh_i を入力し、(9)、(10)、(11)、(12)式を用いて $i-1$ スタンドの前方張力 $t_{i(i-1)}$ を演算するものである。

【0041】このようにして演算部81で演算された前方張力 $t_{i(i-1)}$ は張力検出器64(図4)の出力信号としてプラント制御システムに入力される。

【0042】なお、プロセスシミュレータで用いられる指令値や係数、例えば、ロール開度指令値、ロール周速度指令値、先進率、係数部77で設定される係数、演算部71、78、81で用いる影響係数、ゲイン、時定数等は制御用計算機22(図1)に予め設定される。

【0043】図2に示すプロセスシミュレータを用いることにより、図4中の張力検出器64、及び板厚検出器67の検出信号はプロセスシミュレータから出力され、張力制御装置65により $i-1$ スタンドのロール周速度を操作したことによる張力の変化分、及び板厚制御装置68により $i-1$ スタンド、 i スタンドそれぞれのロール開度を操作したことによる i スタンド出側板厚の変化もプロセスシミュレータで模擬され、閉ループ系を構成することができ、これにより、自動制御機能の試験を被加工物なしで行うことができる。

【0044】また、アクチュエータの動作信号としてロール周速度およびロール開度をプロセスシミュレータに入力し、これによって、各スタンドの出側板厚の変化を模擬するので、実際の運転に近いシミュレーションが可能となる。

【0045】またさらに、入側板厚変化量、鋼板温度変化量を入力する外乱模擬機能を備えているので、外乱に対する制御機能の試験が可能になる。

【0046】以上、本発明を熱間圧延機の制御システムについて説明したが、本発明はこれに適用を限定されるものではなく、少なくとも一つの加工プロセスを含む複数のプロセスに、被加工物を順次移送して加工を施す殆どの加工・製造プラントの制御システムに適用できる。

【0047】

【発明の効果】以上の説明によって明らかなようにこの発明によれば、シーケンス制御機能に加えて、自動制御機能の試験を事前に行うことができるので、プラントの早期立ち上げが可能になると共に、高品質の製品の製造が可能になると言う効果が得られる。

【0048】また、プロセスシミュレータにアクチュエータの動作信号を入力することにより実際の運転に近いシミュレーションが可能となる。

【0049】さらに、プロセスシミュレータに対象プロセスの外乱を模擬する機能を付加することにより、プロセスの外乱に対する自動制御機能も試験を行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例の概略構成を示すブロック図。

【図2】本発明の一実施例の主要素の詳細な構成を示すブロック図。

【図3】従来のプラント制御システムの一般的な構成を示すブロック図。

【図4】従来のプラント制御システムの主要素の詳細な構成を示すブロック図。

【図5】被加工物搬送シミュレータを備えた従来のプラント制御システムの概略構成を示すブロック図。

【符号の説明】

1~4 プロセス

5~8 アクチュエータ

9~14 位置検出器

15~17 検出器

18~21, 27, 30 プロセス入出力装置

22 制御用計算機

23, 24 プログラマブルコントローラ

25 伝送装置

26 被加工物搬送シミュレータ

28 信号処理装置

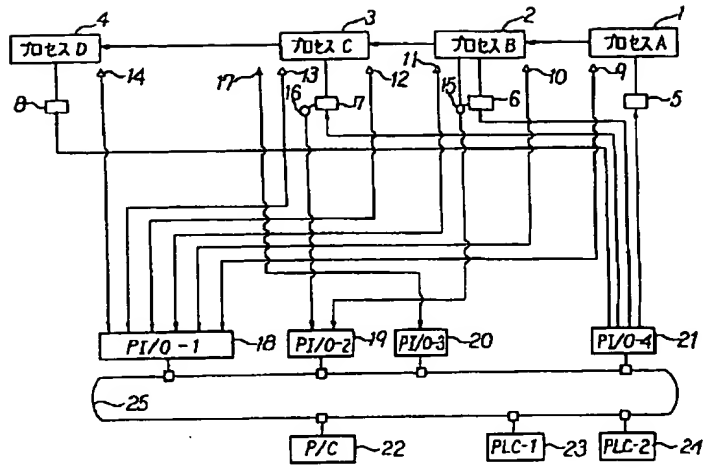
29 プロセスシミュレータ

The diagram shows a multi-stage control system with two main stages, labeled 70 and 71. Each stage consists of a feedforward path and a feedback path.

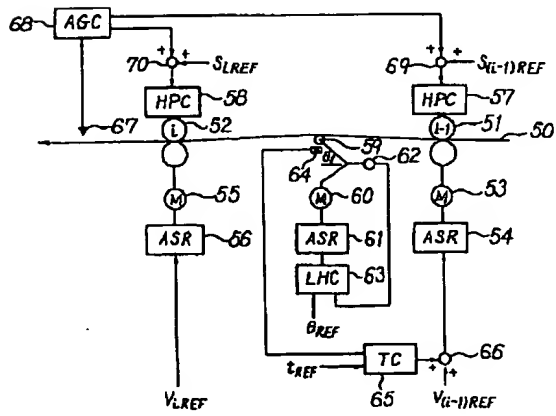
- Stage 70:**
 - Feedforward path:** Input S_i is summed with $-V_{REF}$ at a summing junction (78). The output is ΔV_i , which is then summed with ΔS_i at another summing junction (77). The result is $\Delta V_i - \Delta S_i$, which is then summed with ΔS_i at a third summing junction (76). The output of this stage is ΔS_{i-1} .
 - Feedback path:** The output ΔS_{i-1} is fed back through a block $1/f_{i-1}$ (79) and a block $C \cdot T_{di}$ (74) to the first summing junction (78).
- Stage 71:**
 - Feedforward path:** Input S_{i-1} is summed with $-V_{REF}$ at a summing junction (78). The output is ΔV_{i-1} , which is then summed with ΔS_{i-1} at another summing junction (77). The result is $\Delta V_{i-1} - \Delta S_{i-1}$, which is then summed with ΔS_{i-1} at a third summing junction (76). The output of this stage is ΔS_{i-2} .
 - Feedback path:** The output ΔS_{i-2} is fed back through a block $1/f_{i-2}$ (79) and a block $C \cdot T_{di}$ (74) to the first summing junction (78).

The diagram also includes a block 81 at the bottom, which receives inputs from the outputs of the stages and provides a common output signal.

【図 3】.



【図4】



【図5】

